Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin
der Universität Würzburg

Altersbestimmung von Blutspuren

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Otto Rabe

aus

Rätzlingen (Bez. Magdeburg)

Würzburg
Buchdruckerei Georg Graßer, vorm. Franz Staudenraus
1940

Berichterstatter:
Prof. Dr. Kurt Walcher

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Meiner Mutter in Dankbarkeit

Die Altersbestimmung von Blutspuren ist für die Gerichtliche Medizin von großer Bedeutung. Sie kann die Antwort geben auf die Frage nach der Todeszeit eines Ermordeten. Wenn man das Alter einer Blutspur nur annähernd bestimmen kann, so besteht die Möglichkeit, z. B. die Blutspuren an Kleidern oder Instrumenten mit irgendeinem ungeklärten Mordfall in Zusammenhang zu bringen, oder einen solchen Zusammenhang auszuschließen. Ein Beispiel: Ein Mann hat seine Gattin ermordet, die Leiche der Frau wird im Wald nach 8 Tagen gefunden. Der Ehemann wird verhaftet, man findet bei ihm ein blutbeflecktes Oberhemd. Er behauptet, die Blutflecken seien schon 4 Wochen alt. Kann nun durch irgendeine Untersuchung festgestellt werden, daß das Blut keine 4 Wochen alt ist, sondern höchstens 2 Wochen, so ist seine Angabe als Lüge bewiesen und somit die Glaubwürdigkeit des Angeklagten erschüttert.

In der Literatur habe ich wenig Angaben über das Problem der Altersbestimmung der Blutspuren gefunden. In enger Beziehung zu dieser Frage steht die Veränderung des Blutfarbstoffes. So hat *Tomelli* eine Farbskala angefertigt, die die Beziehung zwischen Farbe und Alter einer Blutspur angibt. Es handelt sich hier um den Abbau des Blutfarbstoffes. Dabei spielt der Lichteinfluß eine große Rolle.

Leers nimmt die Versuche *Minetts* wieder auf, der die Lösungsgeschwindigkeit von Blutspuren auf verschiedenem Material mit verschiedenen Lösungsmitteln untersuchte. *Leers* nimmt das Mikrospektrum mit zur Hilfe und untersucht die Lösungsverhältnisse auch mikroskopisch. Er kommt zu folgenden Ergebnissen: Frisches Blut löst sich in destilliertem Wasser leicht, es hat das Oxyhaemoglobinspektrum. Einige Tage altes Blut löst sich bereits schwerer, neben dem Oxyhaemoglobinspektrum zeigt es im Rot bereits den Methaemoglobinstreifen. Nach Wochen löst sich das Blut in dest. Wasser gar nicht mehr, doch in zweiproz. Kalilauge ist es gut lösbar. Wochenaltes Blut zeigt das Haemochromogenspektrum. Blut, das Monate alt ist, löst sich nur noch in konz. Kalilauge.

Wenn man nur ein Lösungsmittel nimmt, z. B. dest. Wasser, so kann man aus der Lösungsgeschwindigkeit auf die Altersstufe der betreffenden Blutspur schließen.

Bei den Methoden zur Altersbestimmung von Blutspuren wird meistens als Grundlage die Veränderung des Blutfarbstoffes an-

genommen. Welche Faktoren sind es nun, die die Oxydation des Haemoglobin bewerkstelligen? An erster Stelle steht wohl die strahlende Energie. Weitere Einflüsse sind: Die absolute Blutmenge, die Dicke der Auflagerung, die physikalische Beschaffenheit der Unterlage (ob glatt oder porös), der chemische Einfluß des Mörtels, der Rostbildung. Artifizielle Einflüsse: Auswaschung und Ausseifung. Bei der Rostbildung ist noch zu erwähnen, daß das Eisenoxyhydrat der Blutspur den Blutfarbstoff völlig entziehen kann. Aus dem Blut, das längere Zeit mit rostigem Eisen in Berührung gewesen war, kann man keinen Blutfarbstoff mehr extrahieren. Es ist dies wichtig bei verrosteten Messern und einer verrosteten Axt. Wie Eisen wirkt auch Kupfer. Am wenigsten wird Blut auf glatten Flächen zerstört: so auf Glas, Aluminium, Zink, Porzellan, glattem Holz, Stein usw. Exogene Einflüsse sind: Licht, Wärme, Feuchtigkeit. Unkontrollierbar sind die Veränderungen des Blutfarbstoffes durch die verschiedenen Mikroorganismen und durch höhere Schimmelpilze infolge ihrer fermentativen Spaltung.

Wie bereits erwähnt, wird die Blutspur verändert durch Umwandlung des ursprünglich vorhandenen Oxyhaemoglobin. Die Oxydation des Oxyhaemoglobins geht über Methaemoglobin, Haematin in noch tiefere Abbauprodukte. Der Farbton der Blutspur ist zuerst dunkelrot, dann braunrot, schließlich wird er bräunlich und zuletzt ist er schmutziggrau.

Ein anderer Beitrag zur Altersbestimmung von Blutspuren:

Quantitative Untersuchungen der Katalase und Peroxydase im Blutfleck.

(Aus dem Gerichtl.-Med.-Insitut der Universität Zürich, von Dr. med. Schwarz).

Die Autoren *Alke* und *Medinger* machten bereits darauf aufmerksam, daß bei Versuchen von Blutproben mit Benzidinlösungen die Peroxydasereaktion um so langsamer eintrat, je älter das Blut war. *Schwarz* fand ferner, daß sich bei frischen Knochenteilchen eine intensive Reaktion mit Benzidin ergab, während bei alten Knochen das Ergebnis negativ blieb, wenn mit gleichen Benzidinlösungen gearbeitet wurde, positiv jedoch, wenn man verstärkte Benzidinlösungen verwandte. Durch diese Beobachtungen kam man dazu, den quantitativen Ausfall der Oydationsreaktionen in der Blutspur zu verfolgen, und aus der Intensität der Reaktion glaubte man Beziehungen zum Alter der Blutspur herauszufinden. Es wurde daher einfach die Katalase und die Peroxydase in der Blutspur bestimmt.

Im Blut ist die Katalase an das Haemoglobin gebunden, im Serum selbst ist nichts enthalten. Auch die Peroxydase ist fast nur im Blutkörperchen vorhanden. Nach Eintrocknen der Blutspur gehen die Fermente nicht zu Grunde, im Gegenteil sie werden noch widerstandsfähiger. Doch sind folgende Einflüsse von Bedeutung für den Gehalt an Katalase und Peroxydase einer alternden Blutspur: Temperatur — Feuchtigkeit — und Strahlung.

Nachfolgende Tabellen beweisen die Richtigkeit der Angaben, daß die Trocknungsbedingungen für den späteren Fermentgehalt einer Blutspur von ausschlaggebender Bedeutung sind. Im allgemeinen ist die Peroxydase den verschiedenen physikal. Einflüssen gegenüber widerstandsfähiger als die Katalase. Die Katalase dagegen läßt sich sowohl durch Wärme, durch tiefe Temperaturen wie durch Strahlung, weniger durch Feuchtigkeit zerstören.

Tabelle 13 (nach Schwarz)

Aufbewahren während 3 Wochen

Zimmertemperatur	9,6	Katalase
Brutschrank 37°	5,6	„
Eisschrank 0-3°	9,1	„
Feuchte Kammer . . . . . (Zimmertemperatur)	4,3	„

Tabelle 14

Bedingungen	Nach 5 Wochen		Nach 13 Wochen	
	Katalase	Peroxydase	Katalase	Peroxydase
Zimmertemp. diff. Licht	13,5	23	11,1	22
Brutschrank 37°	1,6	0	0	0
Eisschrank 0—3°	14,7	18	4,6	0
Feuchte Kammer Zimmertemp.	3,6	8	1,3	0

Die gleiche Blutprobe zeigte nach einer Aufbewahrung von $8^1/_2$ Monaten (Zimmertemp., Dunkelheit) einen Katalasewert von 11,9 und einen Peroxydasewert von 17. Nach $11^1/_2$ Monaten war die Katalase auf 9,7 gesunken. Die gleiche Blutprobe wurde mit Quarzlampe bestrahlt. Nach 20 Stunden zeigte sich ein Katalasewert von 11 und Peroxydase von 26. Nach 80 Stunden Bestrahlung sank der Wert auf 8,2 bezw. 23.

Die Fermente in der trockenen Blutspur sind viel widerstandsfähiger als während des Trocknens. Sie sind gegen Wärme und Feuchtigkeit empfindlich, weniger gegen Kälte. In einer Blutspur dagegen, die trocken und im Dunkeln bei Zimmertemperatur aufbewahrt wird, sinkt der Gehalt an Fermenten außerordentlich langsam und offenbar mehr und weniger gleichmäßig.

Schwarz untersuchte Fälle aus der Praxis und kommt schließlich zu folgendem Endurteil:

In Blutspuren lassen sich Katalase und Peroxydase mit relativ einfachen Mitteln nachweisen. Es gibt jedoch große Streuungen bei der Untersuchung gleichartiger Spuren. Die Ursachen sind: Die Fermentzahlen sind schon im frischen Blut von Individuum zu Individuum verschieden. Einwirkung der Unterlage, Temperatur, Feuchtigkeit, Strahlung. Nur bei Blutspuren, deren Entstehungs-, Trocknungs- und Altersbedingungen mehr oder weniger bekannt sind, kann die quantitative Bestimmung der Katalase und Peroxydase zur Altersschätzung mit herangezogen werden.

Zur Altersbestimmung eignen sich Blutspuren, die nach Entstehung ohne Verbindung mit der Unterlage und ohne Verunreinigung rasch lufttrocken wurden und die den Alterungsprozeß an lichtgeschützten, trockenen Orten bei Zimmertemperatur durchmachen konnten. Hohe Katalasewerte (über 40 n/10 Milligrammäquivalente) fand man bei frischen Blutspuren. Mittlere Werte sind nicht zu verwerten, da sie zu große, nicht faßbare Fehlerquellen in sich bergen. Bei Blutspuren, die tiefe Werte (0—10) zeigen, dürfen wir ausnahmslos ein Alter von mehreren Jahren annehmen.

Leers machte zum ersten Male darauf aufmerksam, daß man die spektroskopische Untersuchung des Blutes mit zur Altersbestimmung von Blutspuren mit heranziehen könnte. Ich habe daher versucht einmal von dieser Seite das Problem zu beleuchten.

Nach *Ziehmke:* Die Spektroskopie dient zum Blutnachweis auf physikalischem Wege. Sie ist die sicherste Methode, die wir zur Feststellung von Blutspuren besitzen. Der Nachweis kann mit noch so geringen Blutmengen geführt werden.

Das weiße Sonnenlicht besteht aus Schwingungen verschiedener Wellenlängen. Fällt es durch einen feinen Spalt auf ein Prisma und wird es auf einer Fläche aufgefangen, so entsteht hier wegen der verschiedenen Brechbarkeit der Strahlen eine unendlich große Zahl kontinuierlicher Bilder, die dem Auge gefärbt erscheinen. Das Prisma zerlegt also das weiße Sonnenlicht in seine Kom-

ponenten, in die einzelnen Farben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett. Dieses Sonnenspektrum ist ein kontinuierliches.

In dem Band des kontinuierlichen Sonnenspektrums sieht man an bestimmten Stellen senkrechte schwarze Linien: die sogenannten Frauenhoferschen Linien. Es sind Absorptionslinien der Atmosphäre. Die Sonnenstrahlen müssen einen Nebel verdampfter Elemente durchdringen.

Läßt man das Licht, bevor es in den Spektralapparat eintritt, durch eine verdünnte Blutlösung hindurchgehen, so wird durch die Blutlösung Licht von gewißer Wellenlänge verschluckt, d. h. absorbiert, und weist im Spektrum an der Stelle der absorbierten Strahlen dunkle Streifen, Absorptionsstreifen, auf. Das Hämoglobin und seine Derivate besitzen eine ganze Reihe solcher charakteristischen Absorptionsstreifen. Die feinere Messung ihrer Lage geschieht durch eine Wellenskala.

Die Veränderung, die der Blutfarbstoff durch Altern, Eintrocknen, Witterungs- und Temperatureinflüsse durchmacht, ist auch mit einem Wechsel der Lichtabsorption verbunden.

Welches sind nun die Derivate des Hb während des Alterungsprozesses?

1. *Das Oxy-hämoglobin.* Es hat eine hellrote Farbe. Es zeigt 2 sehr charakteristische Absorptionsstreifen zwischen den Frauenhoferschen Linien D und E (2 = 589—577) und (556—536).

2. *Das neutrale Methämoglobin.* Es hat 4 Absorptionsstreifen, im Rot (2 = 630—620) zwischen den Linien b und F (2 = 518—486); die anderen beiden sind nur schwach angedeutet. Charakteristisch ist der schmale Streifen im Orange mit dem Absorptionsstreifen bei Wellenlänge 626. Die Methämoglobinbildung ist das erste Stadium der Zersetzung des Blutfarbstoffes. Sie entsteht, wenn Blut fault oder eintrocknet, oft schon nach wenigen Tagen. Sonnenbelichtung und Bakterienwirkung kann sie beschleunigen.

3. *Das saure Hämatin:* Der stärkste Absorptionsstreifen liegt im Rot (2 = 644—634). In stark konzentrierten Lösungen ist er durch einen Schatten mit der absoluten Verdunklung im linken Teil des Spektrums direkt verbunden. — Die Bildung von Hämatin deutet auf eine tiefgreifende Zersetzung des Blutfarbstoffes hin, dieser hat sich in einen Eiweißkörper und den eisenhaltigen, schwefelfreien Farbstoff Hämatin gespalten. Im Blutflecken kann man es nach etwa 2 Wochen erwarten.

Ich habe nun versucht auf spektropischem Wege irgendwelche Resultate für die Altersbestimmung von Blutspuren zu erzielen. Das Ergebnis ist wenig erfolgreich gewesen.

Eine weitere Verfeinerung des Blutnachweises bedeutet die photographische Aufnahme des Violettstreifens des Blutes, weil sie auf der photograph. Platte noch in viel höheren Verdünnungsgraden der Blutlösungen erscheinen, als sie mit dem Auge wahrgenommen werden können.

Betrachtet man den violetten Teil der Spektraltafel (*von Ziehmke*) und berücksichtigt nur 2 Altersstufungen des Oxy-Hämoglobins, so kann man feststellen, daß der Beginn der Absorptionsstreifen im violetten Teil an Wellenlänge abnimmt, je weiter die Zersetzung des Oxy-Hb vorgeschritten ist. Es wäre nun durch Versuche festzustellen, ob ein Zusammenhang besteht zwischen dem Alter des Blutes und dem Beginn des Absorptionsstreifens im violetten Teil.

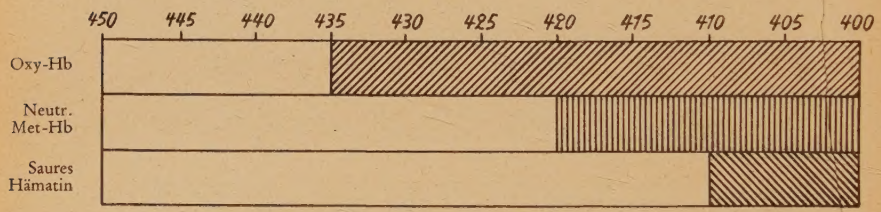
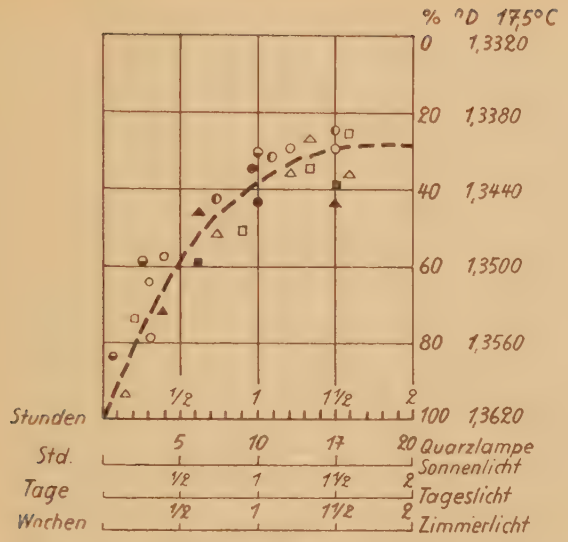


Abb. von Rabe

Die Methode nach Schwarzacher

Die angestellten Versuche wurden in der Weise durchgeführt, daß gleichgroße, mit der gleichen Blutmenge auf Filtrierpapier erzeugte Blutflecke verschieden lange Zeit einer Lichteinwirkung ausgesetzt wurden. Benutzt wurde in 15 cm Abstand das ungefilterte Licht einer Quarzlampe, die direkte Sonnenstrahlung klarer Sommertage, das diffuse Tageslicht im Freien und in geschlossenen Räumen, und endlich wurden auch die Probestücke unter Lichtabschluß gehalten. Es zeigt sich nun bei allen Versuchen, daß der Zusammenhang zwischen beobachteter Veränderung (z. B. Abnahme der Löslichkeit in dest. Wasser) und der Zeitdauer der Lichteinwirkung durch eine Kurve dargestellt werden konnte, die ihrem Verlaufe nach einer Exponentialkurve recht ähnlich ist.

Ein Teil dieser Versuchsergebnisse, und zwar der Zusammenhang der Löslichkeitsabnahme bei verschieden langer Bestrahlung mit verschiedenen Lichtquellen ist in der beigefügten Abbildung zusammenfassend dargestellt (Abb. 1).



Deutlich ist zu erkennen, daß die Geschwindigkeit der Löslichkeitsabnahme zuerst ziemlich rasch erfolgt und daß bei fortschreitender Zeit die Umwandlung immer langsamer und langsamer vor sich geht. Der jeweils zutreffende Maßstab der Zeitachse wurde in Vorversuchen auf die Weise ermittelt, daß die Zeit bestimmt wurde, die nötig war, um bei gleichen Ausgangsbedingungen einen beliebig gewählten Endzustand herbeizuführen. Das Ergebnis dieser Untersuchung läßt sich in folgende Sätze zusammenfassen: Eine Stunde Quarzlampenbestrahlung entspricht in ihrer Wirkung rund 10 Stunden intensiver Sonnenbestrahlung, gleich vielen Tagen der Einwirkung diffusen hellen Tageslichtes und etwa ebensovielen Wochen einer gedämpften Lichteinwirkung in einem geschlossenen Raum abseits von den Fenstern. Erfolgt nur eine kleine, verschwindend kleine Lichteinwirkung, z. B. bei Blutspuren, die in einem Schrank lagen, so ist der Ablauf der beobachtbaren Veränderungen so verzögert, daß es nicht gelingt brauchbare Vergleichswerte zu erhalten. Bei der Übertragung dieser Laboratoriumsversuche auf die Fälle der Praxis wird es für sehr viele Fälle genügen, wenn die Untersuchung einer vorhergehenden Blutspur nur erkennen läßt, welche Stufe des Alterungsprozesses vorliegt, oder anders ausgedrückt, welcher Abschnitt der obenerwähnten Kurve dem momentanen Zustand der Blutspur entspricht.

Zur Lösung dieser Aufgabe soll ein neuer, recht einfacher Weg gewiesen werden. Man geht in der Weise vor, daß man die zu prüfende Blutspur durch zeitlich dosierte Lichteinwirkung noch weiter altern läßt.

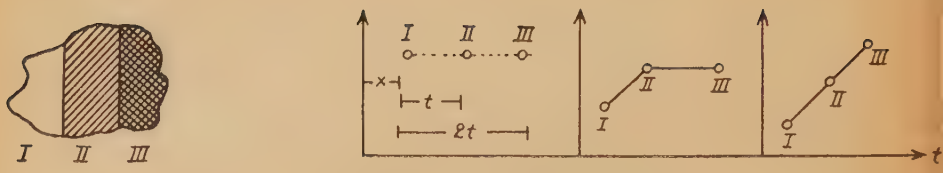


Abb. 2 (nach Schwarzacher)

Folgendes Verfahren hat sich dafür als zweckmäßig erwiesen: Man deckt einen Teil, etwa $^2/_3$ des Blutfleckes, lichtdicht ab und läßt eine halbe Stunde lang das Licht einer Quarzquecksilberlampe oder 5 Stunden lang direktes Sonnenlicht einwirken. Dann vermindert man die Abdeckung so, daß nicht mehr $^2/_3$, sondern nur $^1/_3$ vor den Strahlen geschützt ist, und läßt nochmals in gleicher Art wieder eine halbe Stunde bezw. 5 Stunden lang Quecksilberbogenlicht bezw. Sonnenstrahlen auffallen. Man erhält auf diese Weise 3 verschieden lang bestrahlte Teile (I, II, III) des Blutfleckes und zwar hat die Zeit der Lichteinwirkung folgende Werte: Feld I . . . . x, Feld II . . . . . x + t, Feld III . . . x + 2t; Dabei bedeutet x die unbekannte vorausgegangene Zeit der Lichteinwirkung, t die zweckmäßig gewählte und genau bekannte Zeit des Versuches. Das Ergebnis dieses Alterungsexperimentes kann nun verschieden ausfallen; entweder bewirkt die künstliche Alterung keine Veränderung der verschieden lang belichteten Felder, oder es wird ein Unterschied der Felder I und II bezw. III bemerkbar. Es kann vielleicht dazu kommen, daß sich nur der am längsten bestrahlte Teil (Feld III) heraushebt oder daß auch das Feld II gegenüber I und III unterscheidbar wird. Wie leicht zu erkennen ist, vermittelt dieser zunächst nur grob abgestufte Alterungsversuch wenigstens relativ eine Angabe über die jeweilige Ordinatenhöhe zu den Zeitwerten x, x + t bezw. x + 2t, wie folgende allgemeine Darstellung zeigt. (Abb. 2).

Dabei ist es nur nötig, den Maßstab der Zeitachse konform der Teilung im früher wiedergegebenen Diagramm zu wählen. Es erübrigt sich nunmehr festzustellen, in welchem Kurvenabschnitt der erwähnten Abbildung die 3 so gewonnenen Punkte passend einzufügen sind. Diese Aufgabe ist unschwer zu lösen, da es genügt zu entscheiden, ob die 3 Punkte in dem steilen Anfangsteil, in das Übergangsstück oder mehr in den horizontalen Ast des Linienzuges fallen. Die Abzisse, die dann dem Punkte I zukommt, bezeichnet das Alter der Blutspur, wenn man die den Umständen des Falles entsprechende Bezifferung der Zeitachse gewählt hat. Um nicht in jedem Fall der Wirklichkeit diese etwas kompliziert

erscheinenden Überlegungen auszuführen zu müssen, möge eine Tabelle Platz finden, die für den praktischen Gebrauch bestimmt ist.

Die lufttrockene Blutspur stand vorher unter dem Einfluß	Alter der Blutspur		
	I=II=III	I=II=III	I=II=III
von direktem Sonnenlicht	mindestens 20h u. mehr	etwa 10—20h	höchstens 20h
von hellem Tageslicht im Freien	mindestens 3 Tage u. mehr	etwa 1—2 Tage	höchstens 2 Tage
von diffus. gedämpft. Licht in abgeschlossen. Raum	mind. 2—3 Wochen u. m.	etwa 1—2 Woch.	höchstens 2 Wochen
in fast völligem Lichtabschluß	Jahre	Monate	mehrere Wochen

Zusammenfassend sei nochmals darauf verwiesen, daß eine Altersbestimmung von Blutproben nur unter besonders günstig liegenden Bedingungen möglich ist. Bei solchen günstigen Vorbedingungen vermittelt die Beobachtung eines künstlichen Alterungsprozesses einer Blutspur in ziemlich engen Grenzen einen Aufschluß über deren Alter.

Meine Aufgabe war nun, nachzuprüfen, ob die Methode von *Schwarzacher* für die Praxis verwendbar ist.

Ich bin da folgendermaßen vorgegangen: Ich stellte mir Blutflecke aus Schweineblut her, die von gleicher Schichtdicke und Flächenausdehnung waren; dies erreichte ich annähernd dadurch, daß ich immer nur 3 Tropfen zu einem Blutfleck auseinanderfließen ließ. Um die durch den Alterungsprozeß bedingten Farbveränderungen gut wahrnehmen zu können, benutzte ich zu meinen Versuchen weißes Filtrierpapier, weißes Leinen und Glas. Ich ließ nun die Blutproben Tag für Tag altern, kannte somit das Alter der Blutflecken und wandte nun das Verfahren von *Schwarzacher* an. Durch 3 verschiedene Lichtqualitäten ließ ich die Blutspuren altern: I. in der Sonne, II. in hellem Tageslicht im Freien, III. im gedämpften Licht eines geschlossenen Raumes. (Die Proben standen $2^1/_2$ m entfernt vom geschlossenen Fenster). Von 2 Tagen bis zu 158 Tagen altes Blut alterte ich nun künstlich mit Quarzlampenlicht. Die Quarzlampe stand in 20 cm Entfernung von der Blutspur. Ich ließ das Licht $^1/_2$ Stunde auf $^1/_3$ des Blutfleckes einwirken, die

übrigen $^2/_3$ wurden lichtdicht abgedeckt. Die nächste halbe Stunde wiederum auf den schon halbstündig beleuchtete $^1/_3$ Blutfleck und $^1/_3$ wurde dann neu eine halbe Stunde belichtet, so daß am ganzen Blutfleck danach 3 verschieden beleuchtete Flächen vorhanden waren: das 1. Drittel ist 1 h mit der Quarzlampe belichtet, das 2. Drittel eine halbe Stunde und das 3. Drittel ist gar nicht belichtet worden. So unterschieden sich in den ersten 20 Tagen 3 Alterungsgrade; bis zu 128 Tagen altes Blut hatte nur noch 2 Alterungsgrade und von da ab war gar kein Unterschied mehr durch künstliche Alterung zu erzielen.

I. In *direktem Sonnenlicht* gealtertes Blut:

a) Blutspuren auf Filtrierpapier

Alter des Blutes	Ergebnis der künstlichen Alterung
1 Std.	I II III
2 „	I II III
3 „	I II III
4 „	I II III
5 „	I II III
6 „	I II III
7 „	I II III
8 „	I II ? III
9 „	I II = III
10 „	I ? II = III
11 „	I = II = III

b) Blutspuren auf Leinen

Alter des Blutes	Ergebnis der künstlichen Alterung
1 Std.	I II III
2 „	I II III
3 „	I II III
4 „	I II III
5 „	I II III
6 „	I II III
7 „	I II III
8 „	I II ? III
9 „	I II = III
10 „	I ? II = III
11 „	I = II = III

c) Blutspuren auf Glas

Alter des Blutes	Ergebnis der künstlichen Alterung
1 Std.	I II III
2 „	I II III
3 „	I II III
4 „	I II III
5 „	I II III
6 „	I II III
7 „	I II III
8 „	I II ? III
9 „	I II ? III
10 „	I II = III
11 „	I II = III
12 „	I ? II = III
13 „	I ? II = III
14 „	I = II = III
15 „	I = II = III

Bei folgenden Versuchsreihen ist zu beachten:
Feld I ist nicht künstlich gealtert.
Feld II ist $^1/_2$ h künstl. gealtert.
Feld III ist 1 h künstl. gealtert.
Die Farbveränderungen der Felder I, II und III wurden mit dem Auge unterschieden.
= bedeutet keine Farbveränderung, bei den übrigen Feldern Farbveränderungen.
? bedeutet, daß man nicht feststellen konnte, ob eine Farbveränderung der Blutspur vorlag oder nicht.

II. Die Blutspuren waren *im Freien* aufgelegt und zwar auch über Nacht. Ich erzielte folgende Ergebnisse:

a) Bei *trockenem Wetter ohne Sonne*. Wochen vorher war lange kein Regen gefallen.

Alter des Blutes	Ergebnis der künstlichen Alterung			Alter des Blutes	Ergebnis der künstlichen Alterung		
6 Std.	I	II	III	48 Std.	I	II =	III
10 „	I	II	III	54 „	I	II =	III
12 „	I	II	III	60 „	I	II =	III
24 „	I	II	III	72 „	I	II =	III
30 „	I	II	III	78 „	I	II =	III
32 „	I	II	III	80 „	I	? II =	III
34 „	I	II	III	82 „	I	? II =	III
35 „	I	II	? III	84 „	I	? II =	III
37 „	I	II	= III	86 „	I	= II =	III

b) Bei *feuchtem Wetter ohne Sonne*. 8 Tage vorher hat es ununterbrochen geregnet.

24 Std.	I	II	III	6 Tage	I	II =	III
36 „	I	II	III	6½ „	I	II =	III
48 „	I	II	III	7 „	I	II =	III
60 „	I	II	III	7½ „	I	II =	III
72 „	I	II	III	8 „	I	II	III
78 „	I	II	? III	8½ „	I	II =	III
80 „	I	II	= III	9 „	I	II =	III
86 „	I	II	= III	9½ „	I	? II =	III
4 Tage	I	II	= III	10 „	I	? II	III
5 „	I	II	= III	10½ „	I	= II =	III
5½ „	I	II	= III				

III. *Im gedämpften Licht eines geschlossenen Raumes*, 2½ m entfernt vom Fenster gealtertes Blut.

a) Blutspuren auf *Filtrierpapier:*

2 Tage	I	II	III	16 „	I	II	III
6 „	I	II	III	17 „	I	II	III
8 „	I	II	III	18 „	I	II	III
9 „	I	II	III	20 „	I	II	? III
10 „	I	II	III	21 „	I	II	= III
12 „	I	II	III	22 „	I	II	? III
13 „	I	II	III	23 „	I	II	= III
14 „	I	II	III	24 „	I	II	= III
15 „	I	II	III	25 „	I	II	= III

Alter des Blutes	Ergebnis der künstlichen Alterung	Alter des Blutes	Ergebnis der künstlichen Alterung
27 Tage	I II = III	55 Tage	I II = III
28 „	I II = III	56 „	I II = III
29 „	I II = III	57 „	I II = III
30 „	I II = III	58 „	I II = III
31 „	I II = III	60 „	I II = III
34 „	I II = III	63 „	I II = III
35 „	I II = III	65 „	I II = III
36 „	I II = III	67 „	I II = III
37 „	I II = III	69 „	I II = III
41 „	I II = III	70 „	I II = III
42 „	I II = III	83 „	I II = III
43 „	I II = III	90 „	I II = III
45 „	I II = III	100 „	I II = III
46 „	I II = III	118 „	I ? II = III
48 „	I II = III	120 „	I ? II = III
49 „	I II = III	128 „	I = II = III
50 „	I II = III	130 „	I = II = III
51 „	I II = III	136 „	I = II = III
52 „	I II = III	146 „	I = II = III
53 „	I II = III	158 „	I = II = III

b) Blutspuren auf *Leinen:*

2 Tage	I II III	30 „	I II = III
6 „	I II III	31 „	I II = III
8 „	I II III	34 „	I II = III
9 „	I II III	35 „	I II = III
10 „	I II III	36 „	I II = III
12 „	I II III	37 „	I II = III
13 „	I II III	41 „	I II = III
14 „	I II III	42 „	I II = III
15 „	I II III	43 „	I II = III
16 „	I II III	45 „	I II = III
17 „	I II III	46 „	I II = III
18 „	I II III	48 „	I II = III
20 „	I II III	49 „	I II = III
21 „	I II ? III	50 „	I II = III
22 „	I II ? III	51 „	I II = III
23 „	I II = III	52 „	I II = III
24 „	I II ? III	53 „	I II = III
25 „	I II = III	55 „	I II = III
27 „	I II = III	56 „	I II = III
28 „	I II = III	57 „	I II = III
29 „	I II = III	58 „	I II = III

Alter des Blutes	Ergebnis der künstlichen Alterung	Alter des Blutes	Ergebnis der künstlichen Alterung
60 „	I II = III	100 „	I II = III
63 „	I II = III	118 „	I ? II = III
65 „	I II = III	120 „	I ? II = III
67 „	I II = III	128 „	I = II = III
69 „	I II = III	130 „	I = II = III
70 „	I II = III	136 „	I = II = III
83 „	I II = III	146 „	I = II = III
90 „	I II = III	158 „	I = II = III

c) Blutspuren auf *Glas:*

2 Tage	I II III	43 Tage	I II = III
6 „	I II III	45 „	I II = III
8 „	I II III	46 „	I II = III
9 „	I II III	48 „	I II = III
10 „	I II III	49 „	I II = III
12 „	I II III	50 „	I II = III
13 „	I II III	51 „	I II = III
14 „	I II III	52 „	I II = III
15 „	I II III	53 „	I II = III
16 „	I II III	55 „	I II = III
17 „	I II III	56 „	I II = III
18 „	I II III	57 „	I II = III
20 „	I II III	58 „	I II = III
21 „	I II ? III	60 „	I II = III
22 „	I II ? III	63 „	I II = III
23 „	I II = III	65 „	I II = III
24 „	I II ? III	67 „	I II = III
25 „	I II = III	69 „	I II = III
27 „	I II = III	70 „	I II = III
28 „	I II = III	83 „	I II = III
29 „	I II = III	90 „	I II = III
30 „	I II = III	100 „	I II = III
31 „	I II = III	118 „	I II = III
34 „	I II = III	120 „	I ? II = III
35 „	I II = III	128 „	I = II = III
36 „	I II = III	130 „	I = II = III
37 „	I II = III	136 „	I = II = III
41 „	I II = III	146 „	I = II = III
42 „	I II = III	158 „	I = II = III

Das Ergebnis der vorgenommenen Untersuchungen ist:

Lichteinwirkung	I=II=III	I II=III	I II III
I im Sonnenlicht gealtertes Blut	11—∞ h	9—11 h	1—9 h
IIa Tageslicht ohne direkte Sonne bei trockenem Wetter	86—∞ h	37—86 h	1—37 h
IIb bei feuchtem Wetter	$10^1/_2$—∞ Tg.	80h—$10^1/_2$ Tg.	1—80 h
III bei gedämpftem Zimmerlicht	128—∞ Tg.	23—128 Tg.	1—23 Tg.

Zum Vergleich die von Schwarzacher aufgestellte Tabelle:

Die lufttrockene Blutspur stand vorher unter Einwirkung	I=II=III	I II=III	I II III
von direkt. Sonnenlicht	mindestens 20h u. mehr	etwa 10—20h	höchstens 20h
von hellem Tageslicht im Freien	mindestens 3 Tg.	etwa 1—2 Tg.	höchstens 2 Tg.
von gedämpftem Licht im geschlossenen Raum	mindestens 2—3 Wochen	etwa 1—2 Woch.	höchstens 2 Wochen
unter Lichtabschluß	Jahre	Monate	Wochen

Wenn wir beide Tabellen vergleichen, so sehen wir, daß an verschiedenen Stellen doch größere Abweichungen sind. Wohl hat den größten Einfluß bei der Veränderung des Blutfarbstoffes das Licht, aber die Summe der übrigen Einwirkungen ist sehr beträchtlich. Wir müssen daher nach Möglichkeit genau Kenntnis davon haben, unter welchen Umständen das Blut gealtert ist. Wir können z. B. aus meiner Tabelle ersehen, wie die Feuchtigkeit den Umwandlungsprozeß des Blutes verlängert. Die Angaben, ob gedämpftes Licht oder Tageslicht im Freien, ist eine wenig genaue Angabe, es wäre da vielleicht besser den Helligkeitsgrad anzugeben. Dann könnte man eine genaue Tabelle für jeden Helligkeitsgrad zusammenstellen. Es braucht dies natürlich eine geraume Zeit, um eine solche umfangreiche Aufstellung zu machen, aber sie wird lohnend sein.

Bisher wurde in der Literatur immer betont, daß man durch Kombination mehrerer Methoden schließlich zu einem genauen Resultat kommen könnte. Ich glaube, daß es richtiger ist, eine bestimmte Methode zu wählen, aber dafür auf der anderen Seite alle Faktoren zu bestimmen, die den zeitlichen Ablauf von Veränderungen der Blutspuren bedingen. So wie es in einem Rechenexempel mit mehreren Unbekannten ist, ist X die Zeit, die letzte Unbekannte, die bestimmt werden soll, doch zuvor müssen wir die anderen Unbekannten ausrechnen und bestimmen. Wenn wir wenigstens die größten exogenen Einflüsse berücksichtigen, wie z. B.: Feuchtigkeit, Lichtgrad, physikalische Beschaffenheit der Unterlage, absolute Blutmenge, Temperatur, so kommen wir zu besseren Resultaten. Oft ist es schwierig alle äusseren Einflüsse zu berücksichtigen, aber dann kann man auch nicht an diese Frage mit Erfolg herangehen.

Allerdings darf man bei all den Methoden nicht vergessen, daß man nicht über Schätzungen hinaus kommt. Aber das ist auch nicht gerade notwendig, oft wird der gerichtl. med. Praxis auch damit gedient sein, daß man von einer Blutspur sagen kann, sie kann bis zu 3 Wochen alt sein oder sie ist mindestens ein halbes Jahr alt. So möchte ich nun in meinem abschließenden Urteil sagen, daß die Methode von *Schwarzacher* für die Praxis geeignet ist. Ihr Vorzug liegt in der Einfachheit, und wenn wir die Ergebnisse der Schwarzacher-Methode mit denen der anderen vergleichen, so muß man feststellen, daß Schwarzacher noch die besten Ergebnisse erzielt hat.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. *Walcher* für die freundliche Überlassung des Themas meinen herzlichen Dank aussprechen. Danken möchte ich auch noch Herrn Dr. *Huber* für seine jederzeit entgegenkommende Unterstützung bei meinen Versuchen. Und allen Angestellten des Gerichtl.-Med.-Instituts vielen Dank für ihre freundliche Hilfsbereitschaft!

Ehrenwörtliche Erklärung:

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und keine anderen außer denen im Schrifttum angegebenen Quellen und Hilfsmitteln benutzt habe.

Würzburg, im September 1939

Otto Rabe

Literaturnachweis

Alk, Rudolf: Dtsch. Z. gerichtl. M. 1, 52 (1922)
Medinger: Dtsch. Z. gerichtl. M. 20, 74 (1933)
Leers: Die forensiche Blutuntersuchung (1910)
Ziehmke: Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden Abtlg. IV, 150
Schwarz: Dtsch. Z. gerichtl. M. 27 (Bd.)
Schwarzacher: Dtsch. Z. gerichtl. M. Bd. 15

Lebenslauf

Am 27. 8. 14 wurde ich als Sohn des Molkerei-Inspektors Otto Rabe in Rätzlingen, Bz. Magdeburg, geboren.

Ich besuchte 9 Jahre das Reform-Realgymnasium zu Neuhaldensleben. Nach Ablegung der Reifeprüfung an dieser Anstalt, begann ich im SS 34 das med. Studium in Innsbruck. Im SS 35 studierte ich in Kiel, im WS 35/36 in Breslau und in den darauffolgenden Semestern bestand ich in Würzburg die vorklinischen Examina. Im WS 37/38 setzte ich mein Studium in Hamburg fort, doch im SS 38 kehrte ich nach Würzburg zurück und blieb an der hiesigen Universität die letzten 3 Semester. Nach 11 Halbjahren med. Studiums und nach Ablegung des normalen med Staatsexamens, habe ich die Bestallung als Arzt erhalten.

Würzburg, im September 39

Otto Rabe